

**11/SKRIPSI/S.Tr-JT/2024**

**SKRIPSI**

**PEMANFAATAN LIMBAH TERAK SAW (*SUBMERGED ARC  
WELDING*) SEBAGAI SUBTITUSI TERHADAP LAPIS FONDASI  
BAWAH**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV  
Politeknik Negeri Jakarta**

**Disusun Oleh :**

**Muhammad Noval Harlande  
NIM 2001413023**

**Pembimbing :**

**Yelvi, S.T., M.T.  
NIP. 197207231997022002**

**Rikki Sofyan Rizal, S.Tr., M.T.  
NIP. 199304302020121012**

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK PERANCANGAN  
JALAN DAN JEMBATAN KONSENTRASI JALAN TOL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2024**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

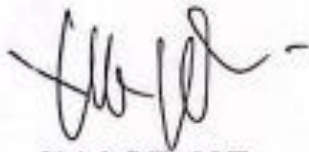
**PEMANFAATAN LIMBAH TERAK SAW (*SUBMERGED ARC WELDING*)  
SEBAGAI SUBSTITUSI TERHADAP LAPIS FONDASI BAWAH**

yang disusun oleh **Muhammad Noval Harlande (NIM 2001413023)**

telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

**Sidang Skripsi Tahap I**

**Pembimbing 1**



**Yelvi, S.T., M.T.**  
NIP. 197207231997022002

**Pembimbing 2**



**Rikki Sofyan Rizal, S.Tr., M.T.**  
NIP. 199304302020121012

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta




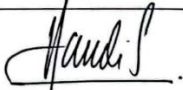
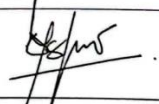
# HALAMAN PENGESAHAN

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul:

### PEMANFAATAN LIMBAH TERAK SAW (*SUBMERGED ARC WELDING*) SEBAGAI SUBSTITUSI TERHADAP LAPIS FONDASI BAWAH

Yang disusun oleh **Muhammad Noval Harlande** (NIM 2001413023) telah  
dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap I di depan Tim Penguji pada hari Senin  
tanggal 15 Juli 2024.

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
<b>Ketua</b>	Andikanoza Pradiptiya, S.T., M. Eng. 198212312012121003	
<b>Anggota</b>	Handi Sudardja, S.T., M.Eng. 196304111988031001	
<b>Anggota</b>	Istiatun, S.T., M.T. 196605181990102001	

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Jakarta



**Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars.**  
NIP 197407061999032001



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Noval Harlande

NIM : 2001413023

Program Studi : Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Konsentrasi Jalan Tol

Email : muhammad.novalharlande.ts20@mhs.w.pnj.ac.id

Judul Naskah : Pemanfaatan Limbah Terak SAW (*Submerged Arc Welding*) sebagai Substitusi terhadap Lapis Fondasi Bawah

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah benar-benar hasil karya sendiri yang diadopsi dari hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan referensi acuan yang tertera dalam referensi pada Skripsi saya. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi ataupun konsekuensi atas perbuatan saya.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Depok, 31 Juli 2024

Yang membuat pernyataan

Muhammad Noval Harlande

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas berkat dan rahmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pemanfaatan Terak Pengelasan Saw Sebagai Substitusi Terhadap Lapis Fondasi Bawah”. Skripsi ini mungkin tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan berbagai pihak dalam penyusunannya. Oleh Karena itu penulis ingin mengucapkan rasa syukur dan terimakasih kepada:

1. Keluarga tercinta yang tiada henti memberikan doa dan dukungan yang tiada hentinya untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Yelvi, S. T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dukungan serta meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam menyelesaikan skripsi ini;
3. Bapak Rikki Sofyan Rizal, S. Tr., M. T. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dukungan serta meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Nuzul Barkah Prihutomo, S.T., M.T selaku Kepala Program Studi D4 Perancangan Jalan dan Jembatan Konsentrasi Jalan Tol.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta atas segala ilmu dan bimbingan selama masa perkuliahan serta seluruh staf Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta atas bantuannya selama studi.
7. Putri Dhea Addibah yang sudah mendampingi serta memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan jembatan Konsentrasi Jalan Tol Angkatan 2020 yang telah mendukung serta berjuang bersama-sama selama belajar di Politeknik Negeri Jakarta.
9. Seluruh keluarga besar Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan jembatan Konsentrasi Jalan Tol yang telah memberikan doa, dukungan serat semangat dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala membalas segala kebaikan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

kata sempurna, sehingga penulis berharap semoga skripsi ini mendapatkan masukan yang membangun dan membuat skripsi ini lebih bermanfaat bagi semua orang.

Depok, 31 Juli 2024

Muhammad Noval Harlande



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pendahuluan .....	5
2.2 Penelitian Terdahulu .....	5
2.3 Perkerasan Jalan .....	7
2.3.1 Perkerasan Kaku.....	7
2.3.2 Perkerasan Lentur.....	8
2.4 Lapis Fondasi Agregat.....	9
2.4.1 Lapis Fondasi Agregat Kelas B.....	9
2.4.2 Sifat-Sifat Bahan yang Disyaratkan.....	10

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5	Pengujian Lapis Fondasi Bawah .....	11
2.5.1	Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar .....	11
2.5.2	Pengujian Berat Jenis Agregat Halus .....	12
2.5.3	Pengujian Berat Isi .....	12
2.5.4	Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi <i>Los Angeles</i> .....	13
2.6	Pengujian Pemadatan ( <i>Proctor Test</i> ) .....	15
2.6.1	Pengujian Pemadatan Modifikasi ( <i>Modified Proctor</i> ) .....	16
2.7	Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> (CBR) .....	17
2.7.1	<i>California Bearing Ratio</i> (CBR) Laboratorium .....	17
2.8	Limbah Terak Pengelasan SAW .....	19
2.9	Analisa Harga satuan .....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		22
3.1	Lingkup Penelitian .....	22
3.2	Lokasi dan Bahan-Bahan Penelitian .....	23
3.3	Diagram Alir .....	24
3.4	Teknik Pengolahan Data .....	25
3.5	Alat-Alat Penelitian .....	25
3.6	Pengujian Laboratorium .....	25
3.6.1	Metode Pengujian Karakteristik Material .....	26
3.6.2	Persiapan Material .....	29
3.6.3	Pengujian Pemadatan .....	29
3.6.4	Pengujian CBR .....	30
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN .....		32
4.1	Hasil Pengujian .....	33
4.1.1	Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Berat Jenis .....	33
4.1.2	Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Berat Isi .....	37
4.1.3	Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Abrasi .....	44





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.4	Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Pematatan .....	46
4.1.5	Data dan Pembahasan Hasil Pengujian CBR.....	49
4.2	Nilai Harga Satuan .....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran .....	56
DAFTAR PUSTAKA .....		57
LAMPIRAN.....		60





## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Gradasi Lapis Fondasi Agregat dan Lapis Drainase.....	9
Tabel 2. 2	Sifat-sifat Lapis Fondasi Agregat dan Lapis Drainase .....	10
Tabel 2. 3	Daftar Gradasi dan Berat Benda uji.....	14
Tabel 2. 4	Perbedaan Pemadatan Standar dan Pemadatan modifikasi .....	16
Tabel 2. 5	Spesifikasi Pengujian Pemadatan .....	16
Tabel 2. 6	Beban Standard dan Kedalaman Penetrasi .....	18
Tabel 2. 7	Klasifikasi Harga CBR .....	19
Tabel 2. 8	Komposisi Material Kawat Las .....	20
Tabel 2. 9	Komposisi Material Pasir Flux .....	20
Tabel 3. 1	Daftar Pengujian Agregat Kelas B.....	22
Tabel 3. 2	Daftar Pengujian Terak (Slag) .....	22
Tabel 3. 3	Daftar Pengujian Campuran Agregat Kelas B dengan variasi Terak 10%, 15%, dan 20% .....	22
Tabel 3. 4	Jumlah Benda Uji Agregat Kelas B dengan Substitusi Terak (Slag) .....	23
Tabel 4. 1	Analisa Ayak Agregat Kelas B.....	32
Tabel 4. 2	Data Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	33
Tabel 4. 3	Data Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	33
Tabel 4. 4	Data Berat Jenis dan Penyerapan Air SAW .....	33
Tabel 4. 5	Data Berat Jenis dan Penyerapan Air Variasi SAW 10%.....	33
Tabel 4. 6	Data Berat Jenis dan Penyerapan Air Variasi SAW 15%.....	34
Tabel 4. 7	Data Berat Jenis dan Penyerapan Air Variasi SAW 20%.....	34
Tabel 4. 8	Rekapitulasi Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar .....	35
Tabel 4. 9	Rekapitulasi Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus .....	35
Tabel 4. 10	Rekapitulasi Berat Jenis dan Penyerapan Air SAW .....	35
Tabel 4. 11	Rekapitulasi Berat Jenis dan Penyerapan Air Variasi SAW 10% .....	35
Tabel 4. 12	Rekapitulasi Berat Jenis dan Penyerapan Air Variasi SAW 15% .....	36
Tabel 4. 13	Rekapitulasi Berat Jenis dan Penyerapan Air Variasi SAW 20% .....	36
Tabel 4. 14	Berat Isi Lepas Agregat Kasar .....	38
Tabel 4. 15	Berat Isi Padat Agregat Kasar .....	38
Tabel 4. 16	Berat Isi Lepas Agregat Halus .....	38
Tabel 4. 17	Berat Isi Padat Agregat Halus .....	38

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 18 Berat Isi Lepas SAW.....	38
Tabel 4. 19 Berat Isi Padat SAW .....	39
Tabel 4. 20 Berat Isi Lepas Variasi SAW 10% .....	39
Tabel 4. 21 Berat Isi Padat Variasi SAW 10%.....	39
Tabel 4. 22 Berat Isi Lepas Variasi SAW 15% .....	39
Tabel 4. 23 Berat Isi Padat Variasi SAW 15%.....	39
Tabel 4. 24 Berat Isi Lepas Variasi SAW 20% .....	40
Tabel 4. 25 Berat Isi Padat Variasi SAW 20%.....	40
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Berat Isi Lepas Agregat Kasar .....	41
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Berat Isi Padat Agregat Kasar.....	41
Tabel 4. 28 Rekapitulasi Berat Isi Lepas Agregat Halus .....	41
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Berat Isi Padat Agregat Halus.....	41
Tabel 4. 30 Rekapitulasi Berat Isi Lepas SAW.....	41
Tabel 4. 31 Rekapitulasi Berat Isi Padat SAW .....	41
Tabel 4. 32 Rekapitulasi Berat Isi Lepas Variasi SAW 10%.....	42
Tabel 4. 33 Rekapitulasi Berat Isi Padat Variasi SAW 10%.....	42
Tabel 4. 34 Rekapitulasi Berat Isi Lepas Variasi SAW 15% .....	42
Tabel 4. 35 Rekapitulasi Berat Isi Padat Variasi SAW 15%.....	42
Tabel 4. 36 Rekapitulasi Berat Isi Lepas Variasi SAW 20% .....	42
Tabel 4. 37 Rekapitulasi Berat Isi Padat Variasi SAW 20%.....	42
Tabel 4. 38 Data Pengujian Abrasi Agregat Kasar .....	44
Tabel 4. 39 Rekapitulasi Hasil Pengujian Abrasi Los Angeles.....	45
Tabel 4. 40 Data Analisis Kadar Air.....	46
Tabel 4. 41 Data Analisis Berat Isi .....	46
Tabel 4. 42 Rekapitulasi Berat Isi Kering Maksimum dan Kadar Air Optimum .....	48
Tabel 4. 43 Rekapitulasi CBR variasi SAW 10%.....	50
Tabel 4. 44 Rekapitulasi Nilai CBR .....	51





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapisan Perkerasan Lentur .....	8
Gambar 2. 2 Peralatan Mesin Abrasi Los Angeles .....	14
Gambar 2. 3 Kurva Volume Kering dengan Kadar Air .....	15
Gambar 2. 4 Kurva Pemadatan Standar dan Pemadatan Modifikasi.....	16
Gambar 2. 5 Proses Pengelasan SAW .....	19
Gambar 2. 6 Material Limbah SAW .....	20
Gambar 2. 7 Skema Harga Satuan Pekerjaan .....	21
Gambar 3. 1 Lokasi Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta .....	23
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian .....	25
Gambar 4. 1 Grafik Gradasi Agregat Kelas B .....	32
Gambar 4. 2 Grafik Berat Jenis Sesuai dengan Kadar SAW .....	36
Gambar 4. 3 Grafik Penyerapan Air Sesuai dengan Kadar SAW .....	37
Gambar 4. 4 Grafik Berat Isi Sesuai dengan Kadar SAW .....	43
Gambar 4. 5 Grafik Voids Sesuai dengan Kadar SAW .....	43
Gambar 4. 6 Grafik Abrasi Sesuai dengan Kadar SAW .....	45
Gambar 4. 7 Grafik Pemadatan Variasi 10% SAW .....	48
Gambar 4. 8 Grafik Pemadatan Gabungan Variasi Limbah SAW .....	48
Gambar 4. 9 Grafik Hasil CBR Tumbukan 10x dengan Variasi 10% SAW .....	49
Gambar 4. 10 Grafik CBR dan Pemadatan 10% SAW .....	50
Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Nilai CBR .....	51
Gambar 4. 12 Analisa Harga Satuan dengan Kadar 0% SAW .....	52
Gambar 4. 13 Analisa Harga Satuan dengan Kadar 10% SAW .....	53
Gambar 4. 14 Analisa Harga Satuan dengan Kadar 15% SAW .....	53
Gambar 4. 15 Analisa Harga Satuan dengan Kadar 20% SAW .....	54
Gambar 4. 16 Grafik Harga Satuan Pekerjaan.....	54

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Pengesahan .....	61
Lampiran 2 Persetujuan Penyerahan Revisi Pembimbing 1 .....	62
Lampiran 3 Persetujuan Penyerahan Revisi Pembimbing 2 .....	63
Lampiran 4 Lembar Asistensi .....	64
Lampiran 5 Persetujuan Penyerahan Revisi Penguji 1 .....	65
Lampiran 6 Lembar Asistensi Revisi Penguji 1 .....	66
Lampiran 7 Persetujuan Penyerahan Revisi Penguji 2 .....	67
Lampiran 8 Lembar Asistensi Revisi Penguji 2 .....	68
Lampiran 9 Persetujuan Penyerahan Revisi Penguji 3 .....	69
Lampiran 10 Lembar Asistensi Revisi Penguji 3 .....	70
Lampiran 11 Lembar Bebas Kompensasi .....	71
Lampiran 12 Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi .....	72
Lampiran 13 Bukti Penyerahan Laporan Praktik Kerja Lapangan .....	73
Lampiran 14 Proses Penimbangan Berat Isi Padat Agregat Halus .....	74
Lampiran 15 Proses Penimbangan Berat Isi Padat Agregat Kasar .....	74
Lampiran 16 Proses Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus .....	75
Lampiran 17 Persiapan Pengujian Abrasi .....	75
Lampiran 18 Pengujian Abrasi .....	76
Lampiran 19 Persiapan Berat Jenis Agregat Halus .....	76
Lampiran 20 Proses Perendaman Pengujian Berat Jenis Agregat Halus .....	77
Lampiran 21 Proses Pengeringan dengan Oven untuk Berat Jenis Agregat Halus ..	77
Lampiran 22 Proses Pemadatan Modifikasi .....	78
Lampiran 23 Penimbangan Hasil Pengujian Pemadatan .....	78
Lampiran 24 Benda Uji untuk Kadar Air .....	79
Lampiran 25 Penumbukan Benda Uji CBR .....	79
Lampiran 26 Penimbangan Benda Uji CBR .....	80
Lampiran 27 Proses Perendaman Benda Uji CBR .....	80
Lampiran 28 Pengujian Penetrasi Benda Uji CBR .....	81
Lampiran 29 Grafik CBR dengan Substitusi SAW 0% .....	81
Lampiran 30 Grafik CBR dengan Substitusi SAW 10% .....	82
Lampiran 31 Grafik CBR dengan Substitusi SAW 15% .....	82

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 32 Grafik CBR dengan Substitusi SAW 20% .....	83
Lampiran 33 Grafik CBR Desain 0% SAW .....	83
Lampiran 34 Grafik CBR Desain 10% SAW .....	83
Lampiran 35 Grafik CBR Desain 15% SAW .....	84
Lampiran 36 Grafik CBR Desain 20% SAW .....	84
Lampiran 37 Analisa Koefisien Pekerjaan Lapis Fondasi Bawah .....	85
Lampiran 38 Daftar Harga Upah Pekerja .....	86
Lampiran 39 Daftar Harga Alat Berat .....	87
Lampiran 40 Daftar Harga Material .....	90



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Lapis fondasi adalah lapisan-lapisan perkerasan jalan yang berada di bawah lapisan permukaan yang menanggung penyebaran beban terbesar akibat alat transportasi yang disalurkan ke tanah dasar, sehingga bahan yang digunakan perlu yang bermutu baik. Salah satu faktor kunci dalam perencanaan lapis fondasi merupakan karakteristik agregatnya. Pada umumnya, lapis fondasi menggunakan batu pecah dan batu belah.

Seiring dengan pesatnya perkembangan dalam dunia konstruksi, penelitian untuk mendapatkan fondasi yang memenuhi spesifikasi serta harga yang lebih terjangkau. Sesuai dengan perkembangan dan permasalahan yang ada saat ini, seperti harga material yang terus mengalami kenaikan, maka dilakukanlah inovasi dengan menggunakan limbah dari industri seperti limbah hasil pengelasan. Sebagaimana yang kita ketahui limbah itu sendiri merupakan bahan yang tidak digunakan lagi, tidak memiliki nilai ekonomis serta berpengaruh mencemari lingkungan sekitar.

Terdapat limbah material berupa terak (slag) yang merupakan hasil dari metode pengelasan Submerged Arc Welding (SAW) atau pengelesan busur terendam pada PT X. Limbah dari hasil pengelasan pada PT X berpotensi mencemari lingkungan. Untuk menanggulangi masalah serta memanfaatkan limbah tersebut, maka terbentuklah ide penelitian “Pemanfaatan Limbah Terak SAW (Submerged Arc Welding) Sebagai Substitusi Terhadap Lapis Fondasi Bawah”.

Penelitian ini dilakukan untuk menyelidiki pengaruh substitusi limbah terak (slag) SAW pada lapis fondasi bawah dengan mengkaji karakteristik dari hasil substitusi tersebut. Pengujian dilakukan dalam dalam beberapa variasi substitusi limbah SAW yaitu 0%, 10%, 15%, dan 20%. Dilakukannya penelitian ini adalah untuk melanjutkan penelitian sebelumnya, yaitu substitusi pada lapis fondasi atas yang dilakukan oleh Muhammad Daffa Putra (2023) (Putra, 2023).



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disusun, maka didapatkan rumusan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana sifat fisik dari material agregat kelas B dan limbah terak SAW sebagai bahan substitusi.
2. Bagaimana nilai *California Bearing Ratio* (CBR) dengan substitusi limbah terak SAW 0%, 10%, 15%, dan 20% pada agregat kelas B.
3. Bagaimana harga satuan pekerjaan dengan substitusi limbah terak SAW 0%, 10%, 15%, dan 20% pada agregat kelas B.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan, sehingga tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Menganalisis sifat fisik dari material penyusun agregat kelas B dan limbah terak SAW sebagai bahan substitusi.
2. Menganalisis nilai *California Bearing Ratio* (CBR) dengan substitusi limbah terak SAW 0%, 10%, 15%, dan 20% pada agregat kelas B.
3. Menghitung harga satuan pekerjaan dengan substitusi limbah terak SAW 0%, 10%, 15%, dan 20% pada agregat kelas B.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi masyarakat akademis, penelitian ini dapat dijadikan sebagai ilmu pengetahuan dan wawasan tambahan serta sebagai implementasi penulis akan ilmu yang telah dipelajari.
2. Bagi dunia industri, penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk menentukan substitusi material terak pada lapisan fondasi bawah (*subbase course*) untuk efisiensi biaya pada material yang digunakan.
3. Bagi masyarakat umum, penelitian ini sebagai informasi untuk mengoptimalkan limbah yang ada disekitar lingkungan terutama limbah terak.





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat lebih terfokus, maka permasalahan yang ada dapat dibatasi untuk memusatkan penelitian ini. Adapun batasan masalah yang diliputi sebagai berikut :

1. Pengujian sifat fisik yang dilakukan terhadap terak, agregat kelas B, dan campuran antara agregat kelas B dengan variasi terak 10%, 15%, dan 20% yakni uji berat jenis, uji berat isi, dan uji keausan dengan metode *los angeles*.
2. Gradasi agregat kelas B digunakan nilai tengah dari Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi II Tahun 2018.
3. Substitusi material terak yang digunakan menggunakan variasi 0%, 10%, 15%, dan 20%.
4. Material yang digunakan untuk substitusi hanya terak dari sisa pengelasan dengan metode *Submerged Arc Welding* (SAW).
5. Material terak yang akan digunakan adalah pada fraksi kasar, yaitu yang tertahan pada saringan 9,5 mm.
6. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian permeabilitas.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam melihat serta memahami pembahasan dalam skripsi ini secara keseluruhan, maka disusunlah sistematika penulisan sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai penelitian Pemanfaatan Limbah Terak SAW (*Submerged Arc Welding*) Sebagai Substitusi Terhadap Lapis Fondasi Bawah secara keseluruhan yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan pada skripsi ini.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Memuat penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian Pemanfaatan Limbah Terak SAW (*Submerged Arc Welding*) Sebagai Substitusi Terhadap Lapis Fondasi Bawah dan dasar landasan teori yang digunakan selama penelitian. Studi litelatur yang digunakan dapat diambil dari jurnal, skripsi, buku, karya ilmiah, makalah, dan tesis.





### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan metodologi yang digunakan pada penelitian Pemanfaatan Limbah Terak SAW (*Submerged Arc Welding*) Sebagai Substitusi Terhadap Lapis Fondasi Bawah yaitu berisikan objek atau lokasi penelitian, metode pengumpulan data, bagan alir penelitian serta tahapan penyusunannya.

### BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan hasil pengumpulan data primer serta perhitungan dan pembahasan dari penelitian Pemanfaatan Limbah Terak SAW (*Submerged Arc Welding*) Sebagai Substitusi Terhadap Lapis Fondasi Bawah yang dilakukan di Laboratorium Politenik Negeri Jakarta yang digunakan untuk analisis.

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Menjelaskan kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian Pemanfaatan Limbah Terak SAW (*Submerged Arc Welding*) Sebagai Substitusi Terhadap Lapis Fondasi Bawah untuk menjawab permasalahan, kemudian memberikan saran yang diperlukan untuk penelitian terkait selanjutnya.

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian serta analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengujian berat jenis agregat kasar, agregat halus, limbah SAW dengan variasi 0%, 10%, 15%, dan 20% mengalami peningkatan, hal ini terjadi karena material limbah SAW memiliki komposisi kimia dengan berat jenis yang lebih tinggi. Untuk nilai hasil pengujian tersebut telah memenuhi persyaratan, yaitu  $\geq 2,5$ . Untuk hasil pengujian berat isi agregat kasar, agregat halus, limbah SAW, Variasi limbah SAW 10%, 15%, dan 20% mengalami peningkatan, hal ini terjadi karena material limbah SAW memiliki butiran yang lebih pipih dan kecil sehingga jika disubstitusikan pada agregat akan mengisi rongga yang kosong. Untuk nilai hasil pengujian tersebut telah memenuhi persyaratan, yaitu 0,4 – 1,9 Kg/liter. Untuk hasil pengujian abrasi agregat kasar, agregat halus, limbah SAW, Variasi limbah SAW 10%, 15%, dan 20% mengalami peningkatan, hal ini terjadi karena material limbah SAW memiliki bentuk yang pipih. Untuk nilai dari hasil pengujian tersebut telah memenuhi spesifikasi, yaitu sebesar 0 – 40%.
2. Berdasarkan hasil pengujian CBR, didapatkan hasil pengujian pada substitusi limbah SAW 0% sebesar 97,2%. Kemudian mengalami penurunan dari substitusi limbah SAW 10%, 15%, dan 20% dengan masing-masing nilai CBR sebesar 69,1%, 67,5%, dan 64,3%. Berdasarkan hasil tersebut maka limbah SAW dengan nilai paling rendah yaitu pada kadar 20% masih dapat digunakan untuk lapis fondasi bawah karena masih memenuhi spesifikasi menurut Bina Marga Revisi II Tahun 2018, yaitu min. 60%.
3. Hubungan antara nilai CBR dengan nilai harga satuan didapatkan hasil yaitu pada kadar limbah SAW 0% dengan kadar limbah SAW 20% mengalami penurunan nilai CBR sebesar 32,9%, begitu juga pada harga satuannya yang mengalami penurunan sebesar Rp. 39.303,33 (22,18%). Semakin banyak penambahan kadar limbah SAW akan menurunkan harga



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

satunya akan tetapi pada kekuatannya juga diikuti dengan penurunan nilai CBR.

## 5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat diterapkan dalam penelitian selanjutnya agar lebih baik adalah sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan penelitian terkait korosi dari material terak SAW serta dampak yang terjadi pada agregat kelas B yang disubstitusikan dengan terak SAW.
2. Perlu dilakukan pengujian kepipihan pada material terak SAW.
3. Perlu ditinjau tentang perubahan nilai CBR pada penggunaan SAW yang mendekati batas minimum yang diizinkan terkait waktunya
4. Pengujian selanjutnya dapat dilakukan substitusi terhadap agregat kelas S.





## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D. H., & Latul, Y. (2019). Pengaruh Energi Pemadatan Terhadap Nilai Kepadatan Tanah. *Sigma Teknika*, 2(2), 202.
- Alfansyah, M. A., & Kusumastuti, D. P. (2020). *Pengaruh Limbah Slag Baja Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Dasar*. 9(2).
- Ardiyanti, T., & Andajani, N. (2014). *Pengaruh Penambahan Limbah Baja (Slag) Pada Tanah Lempung di Daerah Babat Lamongan Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Test*. 52(3), 2–4.
- Arruan, A., Sompie, B. F., Sibi, M., & Pratasih, P. (2014). Analisis Koefisien Harga Satuan Tenaga Kerja Di Lapangan Dengan Membandingkan Analisis Sni Dan Analisis Bow Pada Pembesian Dan Bekisting Kolom. *Jurnal Sipil Statik*, 2(2), 81–93.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008a). SNI 1743:2008 Cara uji kepadatan berat untuk tanah. *Standar Nasional Indonesia*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008b). SNI 1969:2008 Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008c). SNI 1970:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. *Badan Standardisasi Nasional*, 7–18.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008d). SNI 1973:2008 Cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–13.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008e). SNI 2417:2008 Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles. 1–20.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI 1744:2012. Metode uji CBR laboratorium. *Standar Nasional Indonesia, Badan Standardisasi Nasional*, 1–28.
- Banurea, K. F. (2020). Pemanfaatan Limbah Baja (Slag Baja) Sebagai Bahan Campuran Aspal Terhadap Karakteristik Marshall. In *Universitas Medan Area*.
- Candra, A. I., Anam, S., Mahardana, Z. B., & Cahyono, A. D. (2018). Studi Kasus

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Stabilitas Struktur Tanah Lempung Pada Jalan Totok Kerot Kediri Menggunakan Limbah Kertas. *UKaRsT*, 2(2), 11.

Febrina, P. E., & Agustina, D. H. (2021). Pengaruh Energi Pemadatan Terhadap Kuat Geser Tanah. *Sigma Teknika*, 4(2), 262–266.

<https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v4i2.3622>

Ibrahim, H. B. (1994). Rencana dan Estimate Real of Cost. *Rencana Dan Estimasi Real of Cost*.

Indrayanto, D., & Ridwan, M. (2014). Pengaruh Penambahan Limbah Baja ( Slag ) Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Di Daerah Babat Lamongan. 3, 221–227.

Indrisari, Rumbyarso, Y. P. A., & Bkahrul, N. (2022). Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Limbah Circum Slag Sebagai Pengganti Agregat Halus. 27–28.

Joseph Bowles. (1992). *Engineering Properties Of Soils And Their Measurement*. Library Of Congress Cataloging In Publication Data.

Lestari, I. G. A. A. I. (2013). Perbandingan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur. *Jurnal Transportasi*, 7(1), 128–134.

Lidayanti, C., Setyanto, & Purwadi, O. T. (2020). Pengujian CBR Laboratorium Lapisan Subgrade Menggunakan Alat Uji Modifikasi Kondisi Perendaman. *Jrsdd*, 8(1), 1–14.

Maulana, P., & Andajani, N. (2013). Pengaruh Penambahan Portland Cement pada Tanah Merah di Daerah Socah Bangkalan terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Test. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 2(1).

Norhadi, A., Surat, & Ilhami. (2015). Penentuan Nilai Cbr Dengan Variasi Gradasi Batas Bawah Terhadap Batas Tengah Pada Lapis Pondasi Agregat Kelas a. *Jurnal Poros Teknik*, 7(2), 54–105.

PUPR. (2020). Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2). *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 16.1/SE/Db/2020*.

Putra, M. D. (2023). Pengaruh Subtitusi Terak Pengelasan SAW Terhadap Nilai CBR Lapis Fondasi Atas. Politeknik Negeri Jakarta.





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

- Rumbyarso, Y. P. A. (2022). *Analysis Of Compressive Strength Of Concrete By Using Slag Circum As A Concrete Aggregate Mix*. 2(12), 35–46.
- Sukirman, S. (2010). Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. In *Insitut Teknologi Nasional, Bandung* (Vol. 53, Issue 9).
- Tiyani, L., Sukarman, & Widjoyo, A. S. (2023). *Pemanfaatan Substitusi Slag Welding Saw Sebagai Agregat Kasar Pada Beton*. 10(30), 1.



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta